

ной керамики плотностью 1400-900 кг/м³ с экономией основного глинистого сырья до 80% и снижением теплопотерь от применения эффективной керамики в ограждающих конструкциях зданий и сооружений, а также полов животноводческих ферм.

1.Дрозд Г.Я., Зотов Н.И., Маслак В.Н. Техничко-економические записки по проблеме утилизации осадков городских и промышленных сточных вод. – Донецк: ИЭП НАН Украины, 2001. – 340 с.

2.Матвеева И.В., Мыськова Г.М. Существование проблемы утилизации осадков сточных вод, как актуальной на сегодняшний день в Луганске // Вісник ДонДАБА. Вип.6 (31). – Макіївка, 2001 – С. 86-89.

3.Погостнова О.А., Дрозд Г.Я. Утилизация отходов городских бытовых сточных вод в строительной керамике // Збірник наукових праць ЛНАУ. Вип.32 (44). Технічні науки (Будівництво). – Луганськ: ЛНАУ, 2004. – С.120.

4.Матвеева И.В. Влияние вида вяжущего на физико-механические свойства асфальтобетона с наполнителем из осадков сточных вод // Збірник наукових праць ЛНАУ. Вип.32 (44). Технічні науки (Будівництво). – Луганськ: ЛНАУ, 2004. – С.120.

Получено 22.06.2004

УДК 628.345 : 541.183

В.А.ТКАЧЕВ, канд. техн. наук, И.Н.ЧУБ

Харьковская национальная академия городского хозяйства

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ РАСЧЕТЕ СОРБЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ ВОДОПОДГОТОВКИ

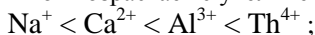
Рассматривается применение компьютерных технологий для оптимизации сорбционных процессов с целью улучшения качества очистки воды. Показана работа программ по расчету противоточного процесса сорбции и десорбции.

К сорбционным процессам очистки воды относится ионный обмен и адсорбция. При ионном обмене происходит концентрирование различных веществ для дальнейшего их извлечения и возврата в производство. Однако извлечение ионов из смолы – это главная проблема применения метода ионного обмена. Для данного процесса существуют методы расчета в виде решения отдельных задач. Были разработаны алгоритмы и программы на языках программирования «Паскаль» и «Бейсик». Однако их недостатком является то, что эти программы узкоспециализированные, носят бессистемный характер и уже устарели. Учитывая сложный солевой состав сточных вод и необходимость полного извлечения солей, а также то, что не существует универсальных методов расчета, перед нами стоит задача рассмотреть данные процессы комплексно с применением современных методов программирования. Существует два пути решения данной проблемы. Это моделирование процесса разделения смесей с помощью производственной модели

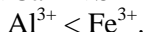
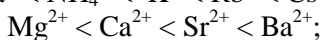
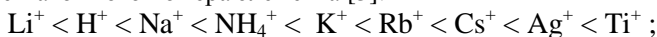
[2], а также разработка модели технологического процесса на основе объектно-ориентированного программирования (ООП). В качестве модели следует рассмотреть производственную, что обусловлено различными сведениями о предмете.

Сравнивая поведение различных пар ионов по отношению к данному образцу смолы, можно расположить их в ряд по относительному сродству [3]. Предлагаются следующие эмпирические и приближенные закономерности для сульфосмол, для разбавленных водных растворов при обычной температуре.

- Сродство для катионитов возрастает с увеличением их заряда [3]:



- Для различных катионов одного заряда сродство возрастает с увеличением атомного номера элемента [3]:



Проиллюстрируем изложенное выше на примере выполнения Пролог-программы (табл.1).

Таблица 1

Запрос на естественном языке	Пролог-запрос	Результат
Показать элементы, сродство которых меньше Ca^{2+} непосредственно по (1),(2),(3),(4)	сродство_больше_исходник (‘Ca’,X,’сульфосмола’).	X = ‘Na’ X = ‘Mg’
Показать элементы, сродство которых меньше Ca^{2+} учитывая взаимосвязь (1),(2),(3),(4)	сродство_больше (‘Ca’,X,’сульфосмола’).	X = ‘Na’ X = ‘Mg’ X = ‘H’ X = ‘Li’

Работы, посвященные равновесию обмена ионов тяжелых металлов, указывают на сложный характер зависимости избирательности смолы по отношению к ионам тяжелых металлов от условий обмена. Это имеет определенный интерес как с точки зрения подбора условий выделения и очистки этих ионов, так и с точки зрения тех особенностей, которые могут иметь место при обмене Cu^{2+} , Zn^{2+} , Cd^{2+} по сравнению, например, со щелочноземельными.

Известно, что сульфополистирольный катионит КУ-2 заметно набухает в воде и растворах электролитов в отличие от сульфифенольного катионита КУ-1. При построении изотерм обмена, особенно на КУ-2, необходимо учитывать необменное поглощение электролита. В таких случаях изотермы всегда лежат ниже изотерм, построенных без

учета необменного поглощения. Избирательность по отношению к 2-валентным ионам во всех случаях уменьшается с повышением общей концентрации раствора [3]. Характер изотерм Cu^{2+} -Н и Zn^{2+} -Н аналогичен изотермам щелочноземельных металлов. При больших концентрациях Cd^{2+} сродство к обменнику существенно не снижается. Это объясняется образованием устойчивых хлоридных комплексов и уменьшением общей концентрации Cd^{2+} в растворе.

Проиллюстрируем вышеизложенное на примере выполнения Пролог-программы (табл.2).

Таблица 2

Запрос на естественном языке	
Получить варианты типов изотерм, типов сорбции, типов катионита, одну из концентраций для Cu^{2+} при заданной другой концентрации и положении изотерм друг относительно друга	
Пролог-запрос	
положение_изотерм_друг_относительно_друга (I1,I2,TS1,TS2,TK1,TK2,C1,0.5,'Cu','первая ниже').	
Результат	
I1 = выпуклая	I2 = выпуклая
TS1 = 'с обменным поглощением'	TS2 = 'с обменным поглощением'
TK1 = 'КУ-1'	TK2 = 'КУ-1'
C1 = 0.1	

Теперь становится очевидной специфика использования продукционной модели данных и методов логического программирования:

- модель представлена в виде, максимально приближенной к естественному языку;
- аналитическая форма как представления данных, так и получаемых ответов;
- опора на объективные факты и правила;
- возможность получения ответов на нечетко заданные вопросы.

Все сорбционные процессы можно рассматривать с точки зрения взаимодействия фаз, принципиальные схемы которых делятся на прямоточные с перекрестным движением фаз и противоточные [1]. Если для прямоточных процессов расчет проводится относительно просто на основе закона сохранения масс, то сложнее рассчитывается процесс для системы с перекрестным движением фаз и противоточного процесса. Важно отметить, что, учитывая геометрический способ решения таких задач, графический интерфейс и большое количество расчетов, наиболее подходящим методом считается объектно-ориентированный подход в написании программ. Специфика данного метода программирования при разработке позволяет гибко работать с данными, соз-

давать отдельные модули и как следствие этого – удобная интеграция с другими проектами.

Нами разработана программа для расчета установок с перекрестным движением фаз и противоточных установок [4], позволяющая анализировать, сколько вещества будет поглощено из жидкой и газообразной фазы как на всей установке, так и на каждой ступени очистки.

Таким образом, по изотерме любого вида и при разных условиях можно определять дозу сорбента необходимую для очистки воды (рис.1).

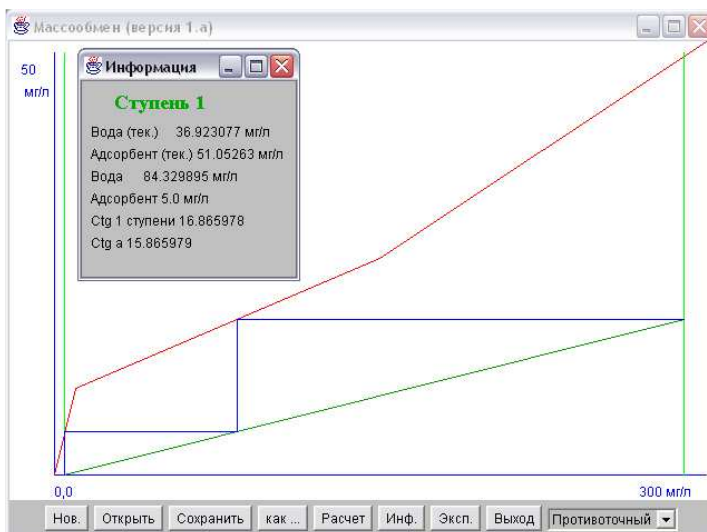


Рис.1 – Расчет количества ступеней и дозы сорбента

Разработана программа для определения количества вещества в сорбенте, которое будет выделяться после регенерации сорбента с плотным слоем. Загружая различную массу сорбента, можно определить различную концентрацию вещества в регенерационном растворе или продувочном газе, если это регенерация сорбента газом [1]. Данная программа позволяет выбрать оптимальные условия десорбции адсорбентов, а также оптимальную структуру применяемого адсорбента (рис.2).

Результатом применения компьютерных технологий является оптимизация сорбционных процессов на основе разработанной модели и, как следствие, создание малоотходной технологии очистки воды.

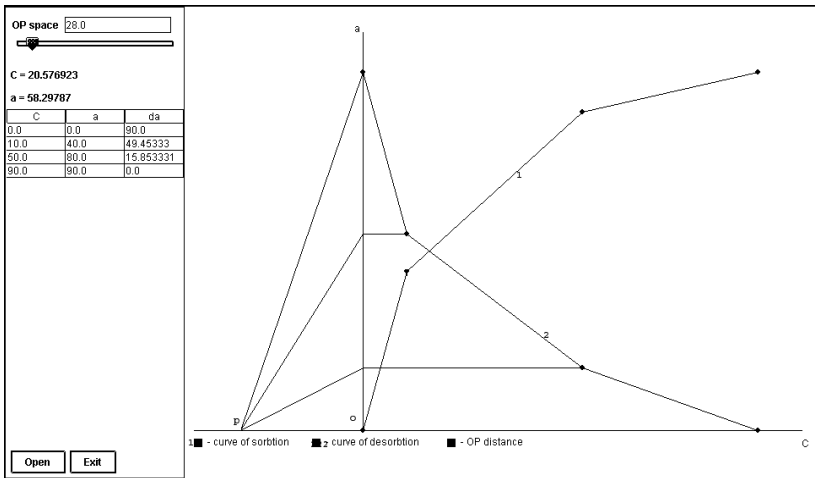


Рис.2 – Расчет десорбции

- 1.Кельцев Н.В. Основы адсорбционной техники. – М.: Химия, 1984. – 591 с.
- 2.Стерлин Л., Шапиро Э. Искусство программирования на языке «Пролог». – М.: Мир, 1990. – 326 с.
- 3.Тремийон Б. Разделение на ионообменных смолах. – М.: Наука, 1967. – 431 с.
- 4.Ткачев В.А., Ткачев Д.В., Чуб В.С., Чуб И.Н. Расчет массообменных процессов водоподготовки при различном направлении взаимодействующих фаз // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып. 27. – К.: Техніка, 2001. – С.103-108.
- 5.Ткачев В.А. Чуб И.Н. Представление теоретических и экспериментальных данных по ионному обмену при помощи продукционной модели и логического программирования // Вестник БГТУ им. В.Г.Шухова. Вып.8. – Белгород, 2004. – С.62-64.

Получено 12.07.2004

УДК 628.16

В.П.ХОРУЖИЙ, канд. техн. наук,
Одеська державна академія будівництва і архітектури

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ОЧИСТКИ ПРИРОДНИХ ВОД НА УСТАНОВКАХ З ВОЛОКНИСТИМИ І ПІНОПІЛІСТИРОЛЬНИМИ ФІЛЬТРАМИ

Запропоновано технологічну схему підготовки води з природних водних джерел та методику розрахунку конструктивних і технологічних параметрів фільтрів з волокнистим і пінополістирольним фільтрувальними завантаженнями.

Для вирішення актуальних проблем охорони навколишнього середовища і захисту водних об'єктів у сучасних умовах велике значення має раціональне використання природних ресурсів і зниження кіль-